

VI-149

航法用GPSセンサーの重機位置把握への適用

三井建設(株) 正会員 桜井 浩
 三井建設(株) 正会員 中川良文
 三井建設(株) 正会員 高田知典
 三井建設(株) 正会員 佐田達典

1. はじめに

GPS (Global Positioning System: 汎地球測位システム) は、米国が開発中の人工衛星による新しい電波測位システムである。利用者は特殊な受信機を用いてGPS衛星から送られてくる電波を受信することにより、その地点の位置(緯度、経度、高さ)を知ることができる。受信機には精度は劣るがリアルタイムに位置がわかる航法用受信機と、高精度だがオフライン処理が必要な精密測量用受信機とがあり、土木関連分野での適用研究が始まっている¹⁾。本研究では航法用受信機(航法用GPSセンサー)を用いて、土工重機に搭載して走行しながらその位置をリアルタイムに把握するシステムの開発を目標としている。本稿では、航法用GPSセンサーを用いた位置表示システムを紹介し、振動ローラーに搭載して走行した実験の結果について報告する。

2. 航法用GPSセンサーの測定原理

GPS衛星の位置と衛星から受信機までの距離から測定点の3次元位置を求める。衛星の位置は衛星から送られてくる軌道情報によって正確に計算できる。一方、電波が衛星を出た時刻と受信時刻との差から電波の伝搬時間が分かり、それに光速をかけて距離が分かる。したがって3個の衛星が捕捉できれば位置が確定するはずである。しかし受信機の時計は正確なものではないため、測定された電波の伝搬時間は不正確であり、距離も正しい値ではない(こうして求めた距離のことを疑似距離という)。そこで、正しい距離を求めるために4番目の衛星が必要となる。図-1のようにそれぞれの衛星までの疑似距離 ρ_1 、 ρ_2 、 ρ_3 、 ρ_4 を半径とする4つの球面が一点で交わるように、受信機内の計算機が時計を修正し、同時に位置が求められる。なお、3衛星しか捕捉できない場合は、高さを一定とした2次元測位が可能である。

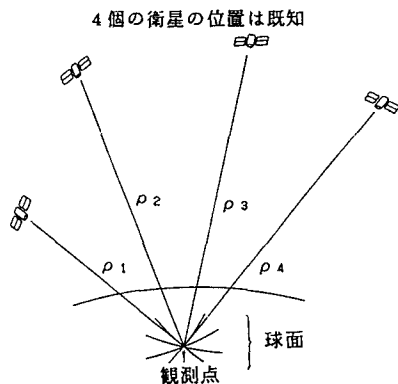


図-1 航法用GPSセンサーの測位原理

3. 位置表示システム

本システムは航法用GPSセンサーと、アンテナ及び携帯パソコン(NEC PC98NOTE)で構成されている。航法用GPSセンサーは、米国トリプルナビゲーション社製TANSを用いている。TANSは2チャンネルの順次受信の受信機で、GPS衛星からのL1波のC/Aコード受信で動作する。

ソフトウェアは、受信機からのデータ取り出し部分と軌跡図を含むデータ表示部分とから構成されている。位置データの出力は1秒間隔であり、軌跡プロット画面では、緯度、経度を軸する2次元画面で任意の縮尺で軌跡を表示することができる。

4. 重機位置把握への適用

(1) 要求される精度

重機の走行経路を把握し、振動ローラーの転圧回数管理などの施工管理に用いるためには、軌跡を識別できる精度がなければならない。そのためには重機幅に相当する2m程度の精度が要求される。

(2) 振動ローラー走行への適用

位置表示システムを振動ローラーに搭載し、約80mの直線区間を往復(10往復)しながら、1秒毎に3次元測位を行った(写真-1)。また、走行路の端に設置した固定局でも同時に測定し、その測位結

果の差をとるディファレンシャル測位を行った。ディファレンシャル測位を行うと、電離層や大気圏での電波遅延に起因する誤差など系統誤差の大部分が相殺され、測定精度が向上すると言われている²⁾。

1) 単独測位（図-2）

1台で測定した結果を2次元で示す。1往復毎の軌跡は直線傾向を保つものの、時間の経過とともに軌跡が移動し、系統的な誤差が大きい。

2) ディファレンシャル測位（図-3）

固定局の一定時間平均位置を移動局の測定位置から差し引くことにより、最初の8往復については単独測位に見られた系統誤差が消去された。各点の平均走行路からの距離のRMS誤差を計算すると2.0mとなり、要求精度を満たす。しかし、最後の2往復については系統誤差が除去されずに残っている。これは、測位計算に用いる衛星の組合せが変わったためであり、単純に移動局と固定局の測定結果の差をとるだけでは除去できない。この系統誤差を除去するためには、各衛星から受信機までの疑似距離を個別に補正して測位計算をやり直す。または、測位に用いる衛星の組合せを変えないようにソフトを変更することで対処できる。

5. まとめ

本研究では、航法用GPSセンサーを用いた位置表示システムを開発し、重機位置把握への適用を検討した。その結果、ディファレンシャル処理を行うことにより、重機位置把握に用いるための精度が確保されることが示された。

GPSの観測条件は衛星の配備が進んだ結果、関東近辺では1日の内、20時間程度2次元測位が可能である。今後、さらに衛星の配備が進めば24時間いつでも2次元測位が可能になると予想される。したがって、天空方向への遮蔽物の少ない大規模土工事の現場では、場所と時間を問わず本システムを利用することが可能になる。

今後の開発方向としては、移動局と固定局の通信システムを整備するとともに、測位に用いる衛星の組合せが変わる場合の処置について、検討していきたいと考えている。

【参考文献】

1) 中川良文、高田知典、佐田達典：GPSの土木



写真-1 振動ローラーによる走行実験

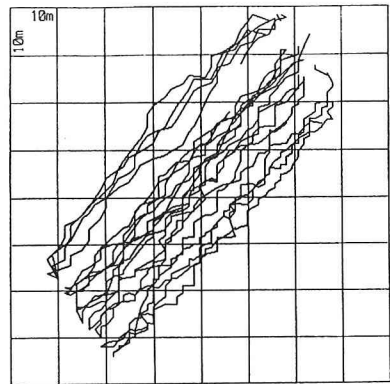


図-2 単独測位の結果

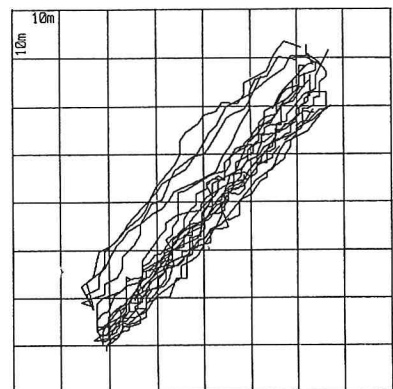


図-3 ディファレンシャル測位の結果

工事への適用性に関する研究、第8回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集、pp225～232、1990年12月

2) Peter Byman, Ilari Koskela: MAPPING FINNISH ROADS WITH DIFFERENTIAL GPS AND DEAD RECKONING, GPS WORLD、pp38～42、1991.2.